

小学校理科における力概念変容のための指導方法の研究

ー第6学年単元「てこのはたらき」よりー

学習開発コース (11220903) 柿 畠 佳 祐

The purpose of this study was to clarify some issues about teaching methods in the field of physics and actual situation in which how teaching methods to change children's naive concept were implemented. So an investigation of children's naive concept and an analysis of a sixth grade unit "lever" in terms of conceptual change in elementary science were conducted. The results showed that a class strategy of "Messing About" is effective to conceptual change on force among children.

[キーワード] 小学校理科 素朴概念 力概念の変容 てこの働き 自由試行

1 問題の所在と方法

(1) 問題の所在

理科教育においては、子どもが自然の現象に対してどのような知識や考え方をしているのかという研究が以前から行われている。その中でも子どもの概念研究では、子どもの学習前後の科学的に精緻化されていない知識や考えを素朴概念 (naive concept)¹⁾と呼んでいる。この素朴概念は一般的に言って適切でないことが多いとされている。また、素朴概念は科学概念を学習しても容易には修正されないことが知られている。そして、学習を通して児童がたとえどのように望ましい科学概念を獲得したように見えても、時間の経過とともに、学習前に持っていた素朴概念に戻ってしまうことが指摘されている。また、平成13年度学習課程実施状況調査では、個別の問題に適切に回答できたとしても、状況や場面が変わると不適切な考えになることが問題とされている。この要因の一つとして、堀 (2010) は「授業を実施するときに児童・生徒の既存の知識や考えがあまり重視されていない。むしろ不適切な既存の知識や考えなど相手にしているよりも、科学的な知識や考えを与えそれを活用した方が適切な概念形成に寄与できる」と言う考えの方が強いのが現状である」と述べている。

2008 (平成20) 年改訂の学習指導要領の中で、学習活動や学力形成において「習得」や「探究」からの「活用」という視点が重視されることとなった。この考えを受け市川 (2008 年) によって提唱されたのが、「習得」のために「教える」ことが先行し、「活用」において「考えさせる」、いわゆる「教えて考えさせる」という授業である。しか

しながら堀 (2010) は「この考え方は理科の授業づくりにおける一つの考え方に過ぎない」と述べており、理科授業において児童の既存の知識や考え方をもとにして授業をつくることの重要性を述べている。

そもそも既存の知識が確認されるのでなければ自分の知識や考えがどうなってしまったのか、良くなっているのか悪くなっているのかなどが分からない。そのため、子どもが自らの知識と考えを知り、その上に立って学習目標を意識化することが学習の中心に置かれ、学習後に素朴概念がどう適切な知識や考えに変容したことを評価することが重要視されている。一人ひとりの子どもの素朴概念に即して学習を進めるために、学習や授業の前提に学習者の既存の知識や考えを置くことによって、学習により何がどのように変容したのかを把握することが必要であるとされている。

児童の素朴概念に関する様々な取り組みは行われているが、しかし、概念の変容に適した教材の開発や授業研究が十分とはいえない。筆者のこれまでの研究では「ふりこのきまり」において、児童に自分が持つ素朴概念に気づかせ、実験を通して素朴概念を変容させるための授業を行ったが、素朴概念を変容させることができなかった。概念変容の条件を達成できなかった原因として、「ふりこのきまり」においては、エネルギー変換を伴う内容であるが、小学校ではそれには触れない。そのため、振り子の運動について、なぜこのような現象が起こるのかを説明することが難しく、理由を考えさせなかった。そのため概念変容を起こすための条件の「概念がもっともらしい

ものであること」,「概念が効果的であること」を授業で達成することができなかった。そのため、改めて児童の素朴概念を活かし概念変容の条件を満たす授業を作ることが必要となった(柿畠, 2011)。

そこで本研究では次の目的を設定した。

(2) 研究の目的

これまでの研究に加え、力学領域の指導の問題点や児童が持つ素朴概念を理論と実践の両面から明らかにする。次に概念を変容させるための指導の実態を明らかにし、それを踏まえて児童の素朴概念を活かした指導の実態を明らかにすることが目的である。

(3) 研究の方法

次のような方法で研究および実践を行った。

- ①小学校理科を中心として素朴概念とその変容の視点から先行研究を調査し、整理した。
- ②力概念に関する学習構造や児童が困難とする点を調査しこれまでの筆者の研究(柿畠, 2012)などを交え、検討を行った。
- ③先行研究を基に、教職専門実習Ⅲにおいて小学校理科第学年「てこのはたらき」で実践した授業と授業後の理解度調査を素朴概念の変容の視点から分析した。
- ④③の分析結果から理科授業における概念変容を目指した指導の現状と課題について考察した。

2 先行研究の検討

(1) 素朴概念

①素朴概念の定義

滝沢(1991)は「子どもや、子どもばかりでなく初学者が学習を始める以前から持っていたり、学習を始めて以後に持ったりする事のある主として自然現象に関する知識や考えで、習熟した者(expert)からは通常正しくないとみなされる概念のことを指す。」と定義している。

②素朴概念が変容しない原因

素朴概念が変容しない原因として麻柄(1996)は、素朴概念それ自体が知識として非常に強力である場合が多いことであると示した。麻柄は素朴概念は日常生活の知覚・認知的体験の中から徐々に形成されたものであり、スキーマ(自らの経験によって構成される一般化された概念)の一種であると言えるとした。そして日常体験の中で時間を掛けてゆっくりと心の中に形成されるスキーマ

は、子ども自身の中での信頼度が非常に高いため、それと矛盾する情報を適切に解釈できず容易には修正・破棄されることがない、という特徴があることを明らかにした。そして素朴概念に対する信頼度が非常に高い場合は、科学概念が無視されたり、例外として解釈されたり、素朴概念に合うように歪曲、改ざんされたり、もしくは新たな別の素朴概念が形成されたりすることが起こる事を示した。素朴概念に対する信頼度がそれほど高くない場合は、実験で反例・反証を示したり事実を確認したりさせれば素朴概念が修正される可能性が高いが、素朴概念が強力である場合には修正されるとは限らないことを示した。

また、中山(1998)は、素朴概念が変容しない理由として、授業等で正しい科学概念が教授された後、素朴概念と科学概念はお互い矛盾するにも関わらず、それぞれ独立に知識の中に併存してしまう、という状況が起きやすいことを示した。2種類の相反する知識が全く別の無関係な知識として同時に存在してしまうと、学校の授業やテストなどでの文脈では科学概念を用いて考えることができるが、その一方で日常的な文脈では素朴概念に近づいた問題解決をしてしまうということが起きることを指摘している。

このような状況に関して進藤(2002)は科学概念と素朴概念間の接続・照合過程が生起しないまま科学概念が受容されることに原因があると述べている。すなわち、教師が児童の持つ素朴概念を念頭に置かずに科学概念を教授すると、科学概念と素朴概念とがお互いに関連づけられないことがないため、児童は両者が矛盾することに気づかないまま学習を進めてしまうことが指摘されている。

(2) 概念変容のための授業の考え方

①構成主義的な考え方

我々は、日常生活において、外界と相互作用をしながら色々な現象を認識していく。その時人は、知識を受動的に取り入れるのではなく主体的に構成していく。つまり新しく見聞きすることでも全て一方的に頭に詰め込んでいるのではなく、既に持っている知識や考えを基礎にして情報の処理を行っている。このような情報処理をすることにより、適切な知識や考えが形成されていくという考えのことを構成主義と呼んでいる。理科において構成主義は、適切な概念変容を考える上で欠くことのできない前提となっている。そしてこの構成

主義の考えに基づく授業構成が Driver と Oldham によって図 1 のように提唱されている。

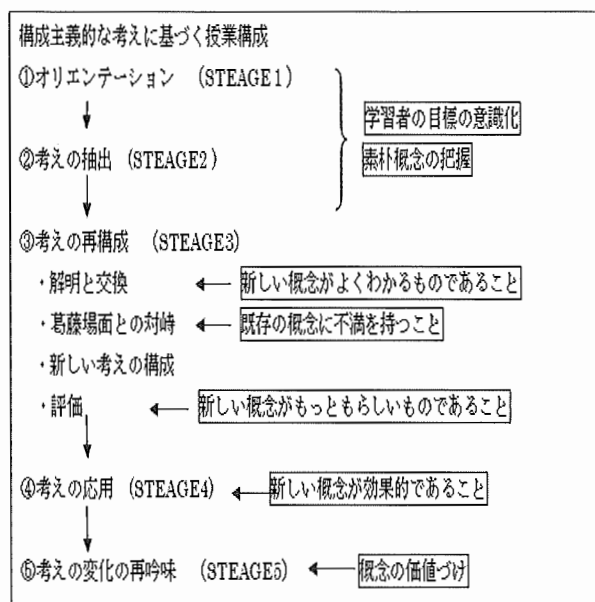


図 1. 構成主義的な考えに基づく授業構成

②構成主義的な学習の一方策としての自由試行の導入

自由試行とは英語のメッシングアバウト (Messing About) からきており、これは理科教育のカリキュラムでアメリカの ESS (Elementary Science Study) の指導者であるホーキンス (David Hawkins) 教授が「子どもたちには、指示もなく自由に勉強 (仕事) のできる時間が、普通の 2 倍も 3 倍も多くいる。(これを遊びと言う人もあろうが私はあえて勉強と呼ぶ) そこで子どもに材料や実験器具である物を十分に与え、指示もせず質問もしないで、自由に組み立てたり、調べたり、吟味したり、実践したりさせる。これを私はある詩人の一節を取って Messing About と呼ぶ。」と定義したものである。その後 1970 年代に ESS カリキュラムが栗田 (1965) により日本に紹介され、Messing About が自由試行と訳されて、探究学習の一部として日本で広く行われた。

自由試行のメリットとして栗田 (1983) は次のような点を挙げている。

- ・ 子どもの実態を知ることができること。
- ・ 探究学習の理想像であること
- ・ 指導計画の基礎資料を提供すること。
- ・ 授業の導入に役立つこと

そして今回の実践授業では図 1 中の「②考えの抽

出」を重視し、考えの抽出の時点で児童が持つ素朴概念がどのようなものか教師、児童自身ともに把握するために、この自由試行を取り入れた授業を行った。

(3) 理科における力概念とその学習構造

①力概念とは

かつて、物理帝国主義という言葉があった。生物物理学、天体物理学というように、化学、生物、地学のどこへでも押しかけてくるという意味と、物理は自然科学の基礎であるという認識に基づいたものだった。(物理が他よりも優れているという意味ではない)。その物理の基礎が力学であり力学という名の示す通り、主役は「力」である。したがって「力」概念が自然科学の基礎であるともみなされている。(橋高 1987)

この力の概念は、最初は押す、引くという手の緊張感であっただろう。力という字の起源も、このことを示している。その後 1687 年ニュートンの運動の法則で、天体の運動も、地上の物体の運動も説明できることが分かった。

ニュートンはアリストテレスなどが物体が動くためには力が必要である ($F=0$ なら $v=0$) としていたのを、力を加えなくても、慣性で動くこと ($F=0$ なら $a=0$) とし (第一法則)、また物体の速さは力に比例する ($v \propto F$) としていたのを、物体の加速度が力に比例する ($a \propto F$) とした。また、力は相互作用 (作用・反作用) であることを明らかにした。第 2 法則を現代風に書くと $F=ma$ であり、現在も古典力学ではこの式で力を定義している。したがって、運動の法則が力学の基本であり、これをもとにした物理学が他の諸科学・技術に広く応用されているのである。この重要性のゆえに以前は義務教育最後の学年である中学 3 年生で運動の法則を学ばせていたのであるが、難解ということで現在では高校で学ばせている。もちろんこの法則の理解だけで、力概念は十分ということではないが、力概念の学習はこの法則の学習を 1 つのピークとして行われている。

②力概念の学習構造

高校までの理科における力概念の主要な部分は運動の法則であるが、このほかに、運動、仕事、エネルギーなどが加わる。これらを学習するために、学習指導要領では各学年の履修事項が定められている。主に力学に関する内容を系統表で示すと表 1 のようになる。

表 1. 力概念の学習構造

小 学 校	生活科 (1～2年生)	動くおもちゃづくり
	3年生	・風やゴムの働き（風の強さと風車の回り方、ゴムの戻ろうとする力） ・てんびん（釣り合いの条件、）
	4年生	・空気の弾圧（圧縮した空気、空気と水の違い）
	5年生	・ふりこの運動（ふりこの運動に関する条件）
	6年生	・てこのはたらき（てこの働き、おもりの位置とてこの傾きの関係、てこの釣り合いの条件、てこを応用した道具）
中 学 校	1年生	・力の働き（力とばねの伸び、重さと質量の違い、運動の様子、力の表し方） ・圧力（圧力の表し方、水圧、浮力）
	2年生	なし
	3年生	・運動の規則性（力のつり合い、合力と分力、運動の速さと向き、力と運動） ・力学的エネルギー（仕事とエネルギー、力学的エネルギーの保存）
高 校	物理基礎	・各種の運動（円運動、単振動、万有引力）
	物理	・運動量（力積、運動量の保存） ・気体分子の運動（気体の法則、気体分子の運動）

(4) 力概念形成に関する指導上の問題点

①力概念を形成するにあたっての児童の困難点

力概念を形成するにあたっての困難点として次の4つが挙げられている。

- ・子どもの感じる力と科学の基礎概念としての力が違うこと
- ・力が目に見えないこと
- ・静力学的な力の概念と、動力学的な力の概念が存在すること
- ・力という言葉が、科学的概念と生活的概念で意味が違うこと

②実際の授業からの問題点の抽出

筆者のこれまでの研究（2011、柿畠）では単元「ふりこのきまり」について児童が持つ素朴概念を調査したが、おもりの重さを変える実験の際に表2のような結果が出てきている。

表 2. おもりの重さを変えた場合の児童の考え方

考え方	人数	タイプ	人数
おもりが重い方が速く動く	3	重いと勢いがつくが軽いとすぐ戻るため	3
おもりが軽い方が速く動く	4	生活経験より	8
おもりの重さは関係ない	14	知識として知っている	3

この中の「おもりが軽い方が速く動く」と考えている児童は、「自分たちが動くときは体重が軽い人の方が速く動くことができています。」と言ったようにおもりの動きを自分たちが動くときはどうだったかに置き換えて考えていた。また、「おもりの重さは振り子の周期には関係がない」と考えた児童の中にも同じような考え方をしている児童が見られた。

このことから児童が今までの生活から考える力とは筋肉のはたらきによって生みだすものと言う面が強く、どのように力が加わっているのかは非常に抽象的なものであると考えられる。科学的な概念としての力は物体と物体の相互作用であり、重力のように物体が離れたところに働く力などは児童にとって考えにくいものであると考えられ、これには力が目に見えないことも原因の一つであると考えられる。また、てんびんのように力がつりあっている状態は物体の押し合いなどから感性的に児童が把握しやすいとされているが、そこからは運動の変化の原因が力だと言う認識が生まれないので運動が変化する時の力は考えづらいとされている。

表1からわかるように、小学校における力学領域の学習は低学年ほど「遊び」の要素が強く、この領域における好き・嫌いの差はないとされている。また、中学年の風車のはたらき・空気の圧力の単元も作業的学習や実験が多く図工の要素を含むため児童の好き・嫌いの差はほとんどない。今回研究で取り上げている第6学年の「てこ」の単元はてこ実験機による実験、てこの原理などから好き・嫌い、分かる・わからないが顕著に出るよ

うになる。また、力学領域の内容は中学校で急に抽象的な内容となる。そして学年の進行とともに抽象度は増し、力概念はより抽象的となる。抽象的な力概念を理解するには、小学校段階での自然の事物・現象への豊富な経験とそれから導かれる力概念の理解が必要であるとされている。

3 実践と結果

子ども達の力概念の形成のため、単元「てこのはたらき」の授業を取り上げ、実践を行った。

(1) 単元の内容

「てこのはたらき」の内容について学習指導要領では以下の内容が示されている。

てこを使い、力の加わる位置や大きさを変えて、てこの仕組みや働きを調べ、てこの規則性についての考えを持つことができるようにする。
ア 水平に釣り合った棒の視点から等距離に物をつるして棒が水平になった時物の重さは等しいこと。
イ 力を加える位置や力の大きさを変えると、てこを傾ける働きが変わり、てこが釣り合う時にはそれらの間に規則性があること。
ウ 身の回りには、てこの規則性を利用した道具があること。

本単元では、まずは児童に支点や力点の位置を変えることで、小さな力で重いものを簡単に動かすことができる、てこの利便性を実感させると共に、てこの規則性やそれを利用した道具について理解させることが必要となる。

(2) 力概念の形成を目指した授業の実践

①対象となる授業と単元

本研究で実践した授業は山形市内A小学校第6学年1クラス(22名)で10月15日～11月8日の期間、単元「てこのはたらき」について実践を行った。なお、実践した授業は単元全10時間(計画)中4時間である。

②授業の実践

本研究で実践した授業の概要は表3に示す通りである。

今回の実践では1, 2 時間目に自由試行を取り入れ児童が自分自身の考えや素朴概念を把握できるようにした。今回自由試行を行うに当たって、

自由試行を行う時間的制限を緩和するために、2時間続きで授業を行えるように設定した。また、自由試行だからと言って教師から指示しないのではなくその時々において児童がどのようなことを考えているのか、何を考え込んでいるのかを引き出すように机間巡視を行いそれぞれ質問を行い児童の疑問を確立することをポイントとした。

表3. 実践の概要

授業時間	主な学習内容
1, 2 時間目	<p>重い物を軽く持ち上げるにはどうすればよいか(自由試行)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・砂袋やコンクリートブロックを楽に持ち上げる方法を考える。 ・考えた方法を実践する。 ・支点、力点、作用点の言葉の意味と場所を知る。
3, 4 時間目	<p>重い物を持ち上げるためのてこの条件を調べる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実験で確かめたいこと(支点と力点、支点と作用点の距離)を明確にする。 ・実験から分かったてこの条件をまとめる。 ・支点だけを動かした場合はどうなるか。てこを傾ける働き(力のモーメント)について知る。 ・てこを傾ける働きと手ごたえを区別する。

(3) 実践した授業の結果

1, 2 時間目の授業では棒と支点と砂袋、コンクリートブロックをそれぞれの班(全7班、1班3～4名)に渡し、どうやったら楽に持ちあがるのか、予想させた後にそれぞれ自由に実験させた。次の会話は実際に児童がどのように考えているか、教師が机間巡視を行っている際の記録である。

A班

T: こっち(支点から遠い場所)に力を加えた方が軽くなるのかな?
C1: きっとそうだと思う
T: どうしてかな?
C2: シーソーとかでも遠い方が持ちあがるから。

B班

T: どうしてこっち（支点から遠い場所）に力を加えたら軽くなるのかな？

C3: えーっと、力をこっちに入れると棒が長くなるでしょ。だから棒の長さが長くなるとその分の重さが加えた力に入って、きつと持ちあげるのが楽になると思うから。

C班

T: こっち（支点に近い場所）に力を加えた方が軽くなるのかな？

C4: たぶんそうなる。

T: どうしてそうなるの？

C4: 力を入れるところが離れちゃうと、加えた力が逃げていっちゃうから。

D班

T: おもりはこっち（支点から離れた側）に置いた方が軽くなるのかな？

C5: 力を入れたときに、遠くに合った方が力が伝わる距離が長くなって、軽くなると思う。

予想の段階では力点に着目して考えている児童は多くなく、力点は支点から離れた方がいいと自然に考える児童が多かった。しかし2名の児童は、力点は支点に近い方がいいと考えていた。その理由を聞いてみると、上記のように支点と力点が離れていると「力が逃げてしまう」ということだった。また、逆に作用点の位置は外側の方がいいと考える児童もいてその理由として「力が伝わる距離が長いから」と考えていた。

また、力点は支点から離れていた方がいいとする児童の中には「力を加える方の棒を長くすれば、その分の棒の重さが加わるから軽く持ちあがるのではないかと」考える児童もいた。

実際に自由試行を行ってみると、多くの班が支点が中心にあり、その左右に力点、作用点があるてこでのみ実験を行っていた。これは生活経験の中のシーソーや以前に学習したてんびんのイメージが児童の中に強く残っているからではないかと推測される。

(4) 児童のてこのはたらきに対する理解度調査

単元「てこのはたらき」終了後、児童がてこのはたらきについてどの程度理解しているか、調査用紙を作成し、山形市内A小学校第6学年（21名）の児童を対象として調査を実施した。

〈問題〉

8 太郎さんは、図1のてこの支点、力点、作用点を、図2のように記号で表すことにしました。



(1) てこのはたらきを使ったア、イ、ウの道具は、図2のような記号で表すと、どのようなになりますか。下の①から④までの中から1つ選んで、その番号を□の中に書きましよう。

ア せんぬき

イ くぎぬき

ウ つりざお



- ① ○ △ ■
② ○ ■ △
③ △ ○ ■
④ ○ ■ ○

第2節 学年ごとの調査結果の概観及び指導上の示唆

(2) (1)で答えた3つの道具から、てこの支点、力点、作用点の位置について、どのようなことがいえますか。次の①から④の中から、あなたの考えに近いものを1つ選んで、その番号を□の中に書きましよう。

- ① どの道具でも支点の位置は決まっていて、図2のようにまん中にある
② どの道具でも力点の位置は決まっていて、図2のように一番右側にある
③ どの道具でも作用点の位置は決まっていて、図2のように一番左側にある
④ 道具の使い方によって支点、力点、作用点の位置がらう



図2. 平成13年度学習課程実施状況調査 「てこのしくみとはたらき」

①平成5～6年度及び13年度の調査結果

調査項目とその概要は、図2に示した平成13年度学習課程実施状況調査で行われた問題を引用した。平成13年度教育課程実施状況調査では図2に示した「てこのしくみやとはたらき」については、てこを使った道具に、てこの支点・力点・作用点がどの位置になるかをモデル図に当てはめて解答するようになっている。てこの原理の共通性と一般化について問われている問題で、基礎・基本を踏まえた上での活用力や応用力が問われている。

しかし、表4のように適切に回答できた児童が平成5～6年度の調査を下回るとともに(1)の3つの問題を全て適切にこたえられた児童は34.8%にしか過ぎないと言った結果が出ている。

ここから個別の問題には適切に対応できても、状況や場面が変わると不適切な考えになることが明らかにされた。また平成15年度の調査でも「てこのはたらき」の問題は平成13年度の調査結果を

下回る通過率の問題があり、児童の理解しにくい内容だと言われている。

②てこのしくみやはたらきの調査結果とその比較

本研究での「てこのしくみやはたらき」の調査結果は表4に示した通りである。

表4.「てこのしくみやはたらき」の調査結果比較

	平成5～6年	平成13年	今回	通過率
(1)ア	64.8%	61.1%	76.2%	60%
(1)イ	76.5%	72.8%	85.7%	
(1)ウ	50.0%	42.5%	61.9%	
全て		34.8%	57.1%	
(2)	87.9%	85.6%	90.5%	80%

この調査結果から(1)ア、イ、ウのそれぞれの選択肢について正答を選ぶ児童、また全ての選択肢で正答を選ぶ児童の割合は以前の調査結果と比較して全ての問題で上回り、設定通過率も超えていた。しかし、支点が中心にあるてこに比べ視点が端にあるてこについては通過率が低いことが共通の傾向として挙げられる。(2)についても表5より以前の調査よりも高い水準で正答を選んでいることが明らかになった。

4 考察

(1) 実践からの考察

本研究で実践した授業は自由試行を取り入れて構成し、その結果以下の有効性が考えられる。

①素朴概念の把握

実際に児童に自由試行を行わせてみると、児童はてこに対しては支点が中心にあるてこに対してはシーソーなどの生活経験から即座に思い出し、どの部分に力を加えればよいのか確かめようとする様子が確認された。しかし、おもりの位置についてはあまり考えている様子は見られず、声を掛けてみると外側と内側どちらにあればいいのかは分からないと考えていた児童が多く、力点については意識しているが、作用点についてはあまり意識していないということが明らかになった。また、力は伝わる途中で逃げていくものとする考えと、それとは逆に遠いほどきちんと伝わるものとする考えの2種類の素朴概念があることが明らかになった。

そして、その他の条件のてこについてはほとんどの児童が考えていないことから、てこの条件は支点がかならず中心にあると考えている児童が多いことが分かった。

②学習目標の意識化

自分が自由試行を行う前に予想した結果と、自由試行で行った結果が違う児童については、なぜこんな結果になるのか考えていたので、何を明らかにしていきたいのか児童の中では明確化することができていたと考えられる。また、自分の予想と結果が一致していた児童に関しても、その他の条件のてこを提示したところ、「これはてこ呼べるのかかわからない」、「てこではない」と言った意見が提示され、これからの授業でてこはどんなものであるのかを学習することを意識できていたと推測される。

しかし、今回の自由試行では児童が直接おもりを持ち上げることから、児童にとって「力」は分かりやすいものであると考えていた。しかし学習を進めていくうちに自分で持ち上げる手ごたえとてこを傾ける働きの違いが理解しづらくなっている様子が見られた。この原因として手ごたえは児童自身が感じられるが、てこを傾ける働きについてはどちらかに傾かないとあるとは言えないのではないかと考えている児童が多いことが考えられる。このことから児童の力概念形成の困難点の中で「児童が感じる力と科学的の基礎概念としての力が違うこと」を解決することができなかったと考えられる。

(2) 調査結果からの考察

表4の調査の行った結果から、(1)については各選択肢で正答を選ぶ児童の割合が57.1%となり、全国平均の正答率よりも20%程度上回る結果となった。また、通過率についても74.3%となり、設定通過率を上回る結果となった。(2)については90%を超える正答率が見られ、ほとんどの児童がてこの支点・力点・作用点の位置が道具によって異なっていることを理解していたと考えられる。

しかし、全国平均と同じように「くぎぬき」についての正答率が一番高く、次いで「せんぬき」の正答率が高い結果となり、この2つに関しては多くの児童が正答を選ぶことができていた。しかし「つりざお」については正答率が低くなっている。この「つりざお」は今回の授業の中では取り扱っていない道具である。この結果からてこの原理については、今まで授業で取り扱った道具ごとに理解している児童が多いのではないかと考えられる。この原因としては、自由試行の段階から児童に見られたように、児童の中の「てこ」といえ

ば支点が中心にあり左右に力点、作用点があるイメージが強固にあり、この考えを変容させることができなかったのではないかと考えられる。さらに支点を中心になくてこについては、自由試行の中でこの一例として触れただけにとどめたことも考えられる。平成13年学習課程実施状況調査ではこの内容は支点を中心としているてこを主教材としている。そのため児童がそれ以外でこについて、実際に操作する経験や思考活動が不十分であることが指摘されており、今回の結果からは、これまでに指摘された問題が解決されていないことが分かった。

今後は児童に不足している支点を中心とならないでこの生活経験や思考活動を補うことが重要である。それぞれのてこについての支点、力点、作用点の各点を抽象化し、帰納一般化するために、自由試行を行う段階で、身の回りにある様々な道具を持ちより、それぞれの条件でこについて体験させ、てこの原理と働きについて考えさせるような授業構成や教材開発が必要だと考えられる。

5 到達点と課題

(1) 研究に関する到達

先行研究より力概念形成は4つの困難があり、さらに力概念は抽象度が高いことから力概念を変容することは難しいことが明らかになった。また、実践授業やてこのはたらきの理解度調査の分析から、児童の持つ、てこのはたらきの素朴概念と自由試行を取り入れた授業構成の有効性を明らかにすることができた。

(2) 課題

本研究の授業実践は自由試行を取り入れたが、力概念形成の4つの困難点や、児童の素朴概念を変容するには想定していたよりも効果は見られなかった。よって今後、力概念形成の4つの困難点の解決を目指し、児童の力概念を変容させるための授業を改めて提案することが課題である。

引用・参考文献

- 麻柄啓一『学習者の誤った知識はなぜ修正されにくいのか』教育心理学研究, 第44巻4号, pp. 379-388, 1996
- 堀哲夫『問題解決能力を育てる理科授業のストラテジー 素朴概念をふまえて』, 明治図書, pp. 105 - 107, 1998
- 堀哲夫ほか『授業と評価をデザインする理科』, 株式会社 日本標準, 2010, pp. 9-11, 19-23, 129-131, 187-189, 206-236
- 市川伸一『「教えて考えさせる授業」を創る』, 図書文化, 2008
- 岩間淳子ほか「小学校理科における生命か育成及び科学的概念形成のための生物教材の分析-魚の解剖を例にして-」, 『科学教育研究』, 日本科学教育学会, Vol. 33 No2, pp. 118-130, 2009
- 柿島佳祐『理科における児童の素朴概念と学習指導の実態 - 第5学年「ふりこのきまり」より - 』, 「山形大学大学院教職実践研究科年報第3号」, pp. 230 - 234, 2012
- 橘高嘉弘「理科教育における力概念の形成」, 『理科の教育』, 東洋館出版社, 36巻2号, pp. 9-12, 1987
- 国立教育政策研究所教育課程研究センター『平成13年度小中学校教育課程実施状況調査報告所 小学校理科』, 東洋館出版社, pp. 67-70, 2003
- 栗田一良:「ESS 理科 - 1 経過と基本的な考え方 - 」, 『科学と実験』 共立出版, 第11巻11号, pp. 45 - 51, 1965
- 栗田一良「理科学習における自由試行の意義と問題点」, 『理科の教育』, 東洋館出版社, 32巻1号, pp. 17-20, 1983
- 文部科学省『平成20年改訂 小学校学習指導要領解説 理科編』, 大日本図書, pp. 58, 2008
- 中山迅「学校知と日常知の隔たり-素朴概念の問題-」, 湯沢正道(編著), 『認知心理学から理科学習への提言 開かれた学びを目指して』, 大路書房, pp. 23-40, 1998
- 庭野義英「力概念の形成における指導上の留意点」, 『理科の教育』, 東洋館出版社, 36巻2号, pp. 17-20, 1987
- 進藤聡彦『素朴概念の修正ストラテジー』, 風間書房, 2002
- 杉村良一ほか「現代理科教育学からとらえた自由試行と中学校理科における実践」, 鳥取大学教育学部教育実践指導研究センター研究年報7, pp. 1-6, 1998
- 高橋哲郎「子どもの認識の発達と力概念の歴史」, 『理科の教育』, 東洋館出版社, 36巻2号, pp. 3-16, 1987